

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 3.8.2004

PCT / F I 2004 / 000395

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

REC'D 17 AUG 2004

WIPO PCT



Hakija
Applicant

Planmeca Oy
Helsinki

Patenttihakemus nro
Patent application no

20030959

Tekemispäivä
Filing date

27.06.2003

Kansainvälinen luokka
International class

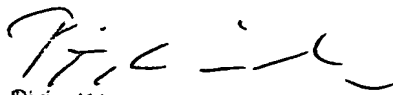
H05B

Keksinnön nimitys
Title of invention

"LED-operaatiovalaisin"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kalla
Tutkimussihteeri

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Telefax: 09 6939 5328
Telefax: + 358 9 6939 5328

LED-operaatiovalaisin

Keksinnön ala

Keksintö liittyy operaatiovalaisimiin ja erityisesti LED (Light Emitting Diode) -operaatiovalaisimiin.

5 Keksinnön tausta

Lääketieteellisissä hoidoissa, kuten hammashoidoissa, tehdään suurta tarkkuutta vaativia operaatioita, joissa inhimilliset virheet voivat olla haitallisia tai jopa vaarallisia potilaalle. Tällöin jokin vakio yleisvalaistus ei välttämättä ole optimaalinen mahdollistamaan tarkkaa työskentelyä, vaan operointikohteen, kuten suuontelon, valaisemiseen käytetään tyypillisesti erillisiä operaatiovalaisimia. Operaatiovalaisin voi olla järjestetty soveltumaan erityisesti jonkin tietyn operaation tai diagnoosin yhteydessä käytettäväksi ja/tai olemaan joiltakin toiminnoiltaan esimerkiksi potilaskohtaisesti säädettävissä. Operaatiovalaisimen tuottaman valon tulee myös olla riittävän kirkas, jotta operaatio voidaan suorittaa turvallisesti ja tehokkaasti. Valo ei kuitenkaan saa olla liian kirkas ja siten häikäistä operaation suorittajaa tai potilasta. Myös operointiympäristön yleisvalaistus on toteutettava siten, ettei operointikohteen ja operointiympäristön välille synny liian suurta kontrastia.

Tunnetun tekniikan mukaisissa operaatiovalaisimissa käytetään valonlähteinä muun muassa halogeenipolttimoita ja LED-komponentteja. Hammashoitoalan valmistajista ei kuitenkaan kukaan ole vielä tuonut LED-pohjaisia operaatiovalaisimia markkinoille. Halogeenipolttimopohjaisten valaisimien yhtenä ongelmana on se, että ne kuumenevat voimakkaasti ja voivat siten aiheuttaa palovammoja. Lisäksi halogeenipolttimoissa on aina räjähdysvaara. Tällaisia valaisimia on saatavilla myös tuulettimilla varustettuina, mutta tyypillisesti tuuletin tekee valaisimesta äänekkään, rakenteeltaan monimutkaisen ja epähygieenisen. Halogeenipolttimopohjaisten operaatiovalaisimien yhtenä ongelmana on lisäksi polttimoiden suhteellisen lyhyt käyttöikä, mikä aiheuttaa ylimääräisiä huoltokustannuksia. Edelleen, jos halogeenipolttimovalaisimen kirkkautta säädetään esimerkiksi operaation aikana, voi ei-toivottuna seurauksena olla myös valon värilämpötilan muuttuminen. Myös halogeenipolttimoiden kanssa tyypillisesti käytettävät pidikkeet (kannat) ovat kuumenemisensa johdosta epäluotettavia komponentteja.

LED-valaisimet voidaan rakentaa varsin pieniksi ja kevyiksi. Niissä ei myöskään tarvita kuluvia mekaanisia osia, kuten äänekkäitä tuulettimia. Li-

säksi LED-valaisimen elektroniikka voidaan järjestää suhteellisen yksinkertaiseksi ja siten edulliseksi. LED-komponentteihin voidaan myös integroida heijastin valmiiksi, jolloin monissa valaisinsovelluksissa ei tarvita lainkaan erillistä valoa suuntaavaa heijastinta tai linssiä. Tällaisten linssien käyttö voi sitä paitsi aiheuttaa operointikohteeseen suunnattavan valokeilan reunalla niin sanotun sateenkaari-ilmiön.

Yleisesti LED-valaisin tuottaa vain niin sanottua kylmää valoa, sillä infrapunasäteily eli lämpenemistä aiheuttava säteily on tyypillisesti hyvin vähäistä tuotetun sädekeilan suunnassa.

LED-operaatiovalaisimen huoltokustannukset ovat myös suhteellisen pienet, sillä LED-komponenttien teoreettinen käyttöikä jatkuvassa käytössä on hyvin pitkä, jopa yli 100 000 tuntia. Lisäksi LED-valaisimessa ei ole räjähdysvaaraa, joten sen rakenteessa ei tarvita räjähdyssuojaa tai muita suojaavia rakenteita. Pelkän konvektiojäähdytyksen ollessa riittävää ei myöskään tarvita erillisiä epähygieenisia ja likaantuvia tuuletusaukkoja.

LED-komponentti on rakenteeltaan puolijohdeliitos, ja tyypillisesti se valmistetaan galliumarsenidista (GaAs), galliumarsenidifosfidista (GaAsP), galliumfosfidista (GaP) tai muusta vastaavasta materiaalista. LED-komponentti kytketään yleisesti päästösuuntaan, sillä estosuuntaan kytkettäessä LED-komponentti ei tuota valoa ja saattaa tämän lisäksi vaurioitua. Edullisesti LED-komponenttia syötetään olennaisesti sen kynnysjännitteen suuruisella tulojännitteellä eli tyypillisesti noin 1.1 – 3.8 V:lla. Mikäli LED-komponenttiin syötetään olennaisesti kynnysjännitettä suurempaa jännitettä, kynnysjännitteen yli menevä tulojännite edullisesti ohjataan esimerkiksi sarjavastukselle, jotta LED-komponentti ei vaurioidu. LED-komponentin liitäntäjohtimet ovat samat kuin tavallisessakin diodissa, eli anodi ja katodi.

LED-komponentin toiminta perustuu tyypillisesti myötäsuuntaisen virran vaikutuksesta puolijohdeliitoksen yli siirtyviin varauksenkuljettajiin eli elektroneihin ja aukkoihin, jotka rekombinoituessaan eli liittyessään takaisin toisiinsa emittoivat fotoneja, mikä ilmenee emittoituna valona. Valoemissiossa emittoituneen valon väri riippuu liitoksen muodostavista puolijohteista ja niiden saostuksista. Esimerkiksi galliumfosfidi (GaP) seostettuna sinkillä (Zn) ja hapella (O) synnyttää yleisesti punaista valoa.

Tyypillisiä vakio-LED-komponentteja ovat muun muassa punaiset, keltaiset ja vihreät LED-komponentit. Vakio-LED-komponentteja on saatavilla tänä päivänä yleisesti kahta kokoa; 3 ja 5 mm läpimittaisissa pyöreissä koteissa. Lisäksi on olemassa esimerkiksi oransseja LED-komponentteja, joiden

kotelointi tyypillisesti vastaa vakio-LED-komponenttien kotelointia, ja niin sanottuja läpinäkyviä LED-komponentteja, joiden kotelo on kirkas, mutta valon väri on komponentin käsittämistä puolijohteista tai niiden saostuksista riippuen tyypillisesti punainen, vihreä tai keltainen.

5 RGB-LED-komponentti käsittää nimensä mukaisesti tyypillisesti punaisen (Red), vihreän (Green) ja sinisen (Blue) LED-komponentin. RGB-LED-komponentilla voidaan tuottaa mitä tahansa näistä LED-komponenttien väreistä ja niiden sekoituksia, siis itse asiassa mitä tahansa väriä kyseisen värispektrin alueelta. Tyypillisesti värien sekoitus tehdään kohdistamalla LED-
10 komponenttien tuottamat valokeilat samaan kohtaan. Tällöin on kuitenkin huomioitava eri aallonpituuksien erilainen taipuminen. Esimerkiksi sininen valo taipuu punaista valoa huomattavasti enemmän.

Saatavilla on myös esimerkiksi valkoista valoa emittoivia LED-komponentteja. Yksi mahdollisuus toteuttaa valkoista valoa emittoiva LED-komponentti on liittää punainen, vihreä ja sininen LED-komponentti toisiinsa. Ongelmana on tällöin kuitenkin se, että värilämpötila on vaikea pitää samana, sillä eri ainesosista valmistettujen LED-komponenttien värilämpötilat muuttuvat eri tavalla lämpötilan, syötetyn tehon ja komponentin iän mukaan. Toinen mahdollisuus on varustaa LED-komponentti käytetyn LED-komponentin aallonpituutta
20 absorboivalla ja tätä pidempää aallonpituutta tai -pituuksia emittoivalla loisteaineella, joka voi koostua esimerkiksi erilaisista fosforeista tai fosforikerroksista. LED-komponentti voi rakentua myös ultraviolett-LED-komponentista ja fosforista. Eri tuotettujen aallonpituuksien summasta ja yhteisvaikutuksesta voidaan muodostaa olennaisesti eri väristä, esim. valkoista, valoa.

25 Kuitenkin myös valkoisten LED-komponenttien värilämpötilan hajonta on suhteellisen suuri. Esimerkiksi nominaalivärilämpötilalla 5500K värilämpötilan hajonta voi olla alueella 4400 – 8000 K. Tähän hajontaan vaikuttaa etenkin LED-komponenttien päälle valmistuksen aikana kerrostettavan fosforikerroksen paksuus. Värilämpötilan normalisoimiseksi valkoiset LED-komponentit joudutaan yleisesti mittaamaan, jotta niistä voidaan valikoida ne LED-komponentit, joiden värilämpötila on esimerkiksi noin 5500 K. Valkoisten LED-komponenttien värilämpötilan hajonta tarkoittaa kuitenkin sitä, että myös useammasta valkoisesta LED-komponentista muodostettavissa valaisimissa on,
30 tarkkaan ottaen, erilaisia osavärejä emittoivia LED-komponentteja.

35 Julkaisussa US 6 459 919 on esitetty eräs yleiskäyttöinen LED-operaatiovalaisin ja julkaisussa WO 0 2/06 723 hammaslääketieteelliseen käyttöön soveltuva LED-operaatiovalaisin. Julkaisun WO 0 2/06 723 mukainen LED-ope-

raatiovalaisin generoi valokentän, jolla on ennalta määrätty koko, valaistusvoimakkuus, valoisuuden tasaisuus ja värilämpötila. Ensimmäinen ja toinen valokenttä muodostuvat useiden toisiaan lähellä sijaitsevien LED-komponenttien generoimista valokeiloista siten, että toinen valokenttä kattaa ainakin osin ensimmäisen valokentän. Julkaisun mukaisesti valaisimen tuottaman valokentän kirkkauteen voidaan vaikuttaa toteuttamalla siihen järjestettävien LED-komponenttien tuottamien yksittäisten valokeilojen suuntaus erilaiseksi ja valaistusvoimakkuuteen voidaan vaikuttaa kytkettyjen LED-komponenttien lukumäärällä.

Tunnetun tekniikan mukaisten operaatiovalaisimien yksi tyypillinen ongelma on siis se, että niiden tuottaman valon värilämpötila ei pysy olennaisesti vakiona tai säädettynä. Jos halogeenipolttimovalaisimen kirkkautta säädetään operaation aikana, muuttuu sen tuottaman valon värilämpötila. Toisaalta LED-operaatiovalaisimissa värilämpötila voi muuttua esimerkiksi eri osavärejä tuottavien LED-komponenttien ikääntyessä ja siten osavärien keskinäisen suhteen muuttuessa LED-komponenttien valoemissioiden heikentyessä eri suhteissa. Värilämpötilalla tarkoitetaan tässä operaatiovalaisimen tuottamien osavärien keskinäistä suhdetta. Operaatiovalaisimen värilämpötila pyritään tyypillisesti säätämään noin 5000 – 6000 K:iin, mikä vastaa pilvisen keskipäivän valoisuutta.

Joissakin operaatioissa voi olla myös edullista kyetä käyttämään muuta kuin vain jotain tiettyä ennalta määrättyä värilämpötilaa. Tunnetun tekniikan mukaisissa operaatiovalaisimissa värilämpötilaa ei ole mahdollista pitää halutuissa rajoissa eikä värilämpötilaa ole mahdollista säätää halutuksi toisaalta yksittäisen operaation tarpeiden mukaisesti ja toisaalta siten, että se voitaisiin pitää haluttuna tai vakiona koko LED-operaatiovalaisimien käyttöiän.

Keksinnön lyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on näin ollen kehittää sellainen LED-operaatiovalaisin, jonka avulla yllä mainittuja ongelmia voidaan vähentää. Keksinnön tavoite saavutetaan LED-operaatiovalaisimella ja menetelmällä, joille on tunnusomaista se, mitä sanotaan itsenäisissä patenttivaatimuksissa. Keksinnön edulliset suoritusmuodot ovat epäitsenäisten patenttivaatimusten kohteena.

Keksintö perustuu siihen, että LED-operaatiovalaisin käsittää ainakin kahta eri aallonpituutta emittoivia LED-komponentteja sekä välineet ainakin yhtä aallonpituutta emittoivien LED-komponenttien säätämiseksi. Edullisesti ja yleisemmin sanottuna LED-operaatiovalaisin käsittää vähintään N:ä eri osavä-

riä emittoivia LED-komponentteja, jolloin $N = 2$ tai sitä suurempi kokonaisluku, ja välineet ainakin $N-1:n$ näistä emissioita säätämiseksi. Edullisesti kaikkien eri osavärien emissioita voidaan säätää. Keksinnön mukaisessa valaisimessa on siten esimerkiksi ainakin kaksi teholähdettä, joista ainakin yksi on säädettävä

5 teholähde, ainakin kaksi eri osaväriä emittoivaa LED-komponenttia sekä ainakin yhden mittaus- ja säätövälineet. Teholähteet syöttävät tehoa LED-komponenteille, jotka emittoivat valoa vasteena teholähteiltä vastaanotetulle teholle.

Keksinnön mukaisesti LED-komponentit on siis järjestetty muodostamaan LED-operaatiovalaisimen valoemission osavärejä ainakin kahdella eri aallonpituudella. Mittausvälineet, kuten mittausanturi, on järjestetty mittaamaan, esimerkiksi periodisesti, sellaista tai sellaisia LED-komponenttien generoimia suureita, kuten kunkin osavärien intensiteettiä tai LED-komponenttien lämpötilaa, joiden korrelaatio valaisimen tuottamaan värilämpötilaan on tunnettu. Säätövälineet, kuten prosessori tai logiikkapiiri, on järjestetty muodostamaan ainakin yhdelle säätövälineelle, kuten säädettävälle teholähteelle lähetettävän mittautietoon, kuten mittaussignaaliin, perustuvan ohjausinformaation esimerkiksi säätösignaalina, ainakin yhden osavärien tuoton säätämiseksi ja siten koko LED-operaatiovalaisimen tuottaman valon värilämpötilan säätämiseksi.

10
15
20

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-komponenttiyksikkö käsittää punaisen, vihreän ja sinisen LED-komponentin.

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-komponenttiyksikkö käsittää ainakin yhden valkoisen LED-komponentin tai se muodostuu pelkästään valkoisista LED-komponenteista.

25

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-komponenttiyksikön käsittämät LED-komponentit on sijoitettu siten, että ne muodostavat ainakin yhden ainakin kahdesta LED-komponentista muodostuvan rivin, ja LED-komponenttiyksikkö käsittää tämän rivin suuntaisen kollimaattorin.

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan ainakin osa, edullisesti kaikki, saman värisistä LED-komponenteista on toiminnallisesti rinnankytketty ja, edullisimmin sähköisesti sarjaankytketty.

30

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-operaatiovalaisin käsittää ainakin yhtä osaväriä emittoivien LED-komponenttien osalta rakenteen, jossa kuhunkin LED-komponenttiin on integroitu säädettävä teholähde.

35

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-komponentti on suurteho-LED-komponentti, jonka keskimääräinen ottoteho on suurempi kuin 500 mW.

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan yksi teholähteistä on vakiovirtalähde.

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-komponenteille syötettävä teho on järjestetty säädettäväksi pulssileveysmodulaatiolla.

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-operaatiovalaisin käsittää valaisinosan, johon on toiminnallisesti liitetty enintään viisi LED-komponenttiyksikköä.

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan ainakin yksi LED-komponenttiyksikkö käsittää ainakin yhden kollimaattorin.

Yhden edullisen suoritusmuodon mukaan reunimmaisten LED-komponenttiyksikköjen emittoimien valokeilojen keskisäteiden välinen kulma on vähintään 5 astetta.

Keksinnön mukaisen järjestelyn olennaisena etuna on se, että LED-operaatiovalaisimen valon värilämpötila voidaan pitää halutuissa rajoissa, esimerkiksi 5000 – 6000 K:ssä, koko LED-komponenttien eliniän, ja että operaatiovalaisimen valon kirkkautta voidaan säätää värilämpötilaa olennaisesti muuttamatta. Yhtenä etuna on edelleen se, että käytettäessä eri värejä ja/tai eri valkoisen sävyjä emittoivia LED-komponentteja voidaan aikaansaada uusia toiminnallisuuksia, kuten tuottaa haluttuja spektrijakaumia. Esimerkiksi hampaan paikkauksessa on tärkeää, ettei paikkauskomposiitti kovetu liian aikaisin, jolloin keksinnön yhden edullisen suoritusmuodon mukaisissa valaisimissa voidaan kovettavien aallonpituuksien, kuten sinisen valon, valoemissio minimoida paikkauskomposiitin käsittelyn ajaksi kyseistä aallonpituutta tuottavan tai tuottavien LED-komponenttien emissiota säätämällä.

Kuvioiden lyhyt selostus

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista:

Kuvio 1 esittää tyypillistä tekniikan tason mukaista hammaslääketieteellisissä operaatioissa käytettävää operaatiovalaisinta;

Kuviot 2a, 2b ja 2c esittävät keksinnön eräiden edullisten suoritusmuotojen mukaisten LED-operaatiovalaisimien valaisinosien rakenteita;

Kuvio 3 esittää yhden keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisen LED-operaatiovalaisimen värilämpötilan säätöjärjestelmän;

Kuvio 4 esittää yhden keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisen LED-komponenttien sähköisen kytkennän;

Kuvio 5 esittää yhden keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisia LED-komponenttiyksiköitä;

5 Kuvio 6 esittää yhden keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaista LED-komponenttiyksikköä; ja

Kuvio 7 esittää yhden keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisen LED-komponentin.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

10 Kuviossa 1 on esitetty yksi hammaslääketieteellisissä operaatioissa tyypillisesti käytettävä halogeenipolttimopohjainen operaatiovalaisin, joka käsittää valoa tuottavan halogeenipolttimon H (100), häikäisysuojan S (102) ja valoa heijastavan heijastinosan R (104).

15 Kuvioissa 2a, 2b ja 2c esitetään keksinnön eräiden edullisten suoritusmuotojen mukaisten LED-operaatiovalaisimien valaisinosien rakenteita käyttäen yhtenäistä viitenumerointia.

Hammaslääketieteellisessä hoidossa operaatiovalaisimen tyypillinen käyttöetäisyys operointikohteesta on noin 50 – 80 cm. Jotta valonlähteen ja operointialueen väliin mahdollisesti tulevat esteet, kuten operaation suorittajan 20 käsi tai pää, eivät niin helposti pimentäisi koko valokeilaa, on LED-operaatiovalaisimen reunimmaisten LED-komponenttiyksikköjen LG₁ (202), LG₄ (208) emittoimien valokeilojen keskisäteiden välinen kulma α (200) syytä järjestää vähintään 5 asteeksi.

Kuvion 2a mukainen LED-operaatiovalaisin käsittää neljä LED-komponenttiyksikköä LG₁ (202), LG₂ (204), LG₃ (206), LG₄ (208), jotka on järjestetty emittoimaan valoa vasteena teholähteiltä PW (224), ADJ-PW (226) vastaanotetuille tehoille. LED-komponenttiyksiköt LG₁ (202), LG₂ (204), LG₃ (206), LG₄ (208) käsittävät yhden tai useamman LED-komponentin, jotka on järjestetty muodostamaan LED-operaatiovalaisimen valoemission osavärejä ainakin 30 kahdella eri aallonpituudella. Siten LED-komponenttiyksiköt LG₁ (202), LG₂ (204), LG₃ (206), LG₄ (208) voivat esimerkiksi emittoida eri osavärejä tai ne voivat kukin käsittää esimerkiksi punaista, vihreää ja sinistä valo emittoivia LED-komponentteja. Edullisesti LED-komponenttiyksiköt LG₁ (202), LG₂ (204), LG₃ (206), LG₄ (208) sijaitsevat valaisinosan LU (210) sellaisella pinnalla SF 35 (212), joka on esimerkiksi kuvion 2a mukaisesti kaareva tai kulmikas siten, että

pinta SF (212) muodostuu yhdestä tai useammasta tasosta kuvioden 2b ja 2c mukaan.

Reunimmaisten LED-komponenttiyksikköjen LG_1 (202), LG_4 (208) emittoimien valokeilojen keskisäteiden L_1 (214), L_4 (220) väliseksi kulmaksi α (200) saadaan esimerkiksi noin 6 astetta, jos kyseessä olevien säteiden leikkauspiste järjestetään 60 cm:n etäisyydelle lähtöpisteistään ja kyseisten pisteiden, siis käytännössä reunimmaisten LED-komponenttiyksikköjen LG_1 (202), LG_4 (208) väliseksi etäisyydeksi 7 cm. Kuviossa 2 b on esitetty LED-komponenttiyksikköjen LG_1 (202), LG_2 (204), LG_3 (206), LG_4 (208) käsittämät kolli-
 5 maattorit (CO) (222), jotka on järjestetty rajaamaan komponenttiyksikköjen tuottamat sädekeilat siten, että reunimmaisten LED-komponenttiyksikköjen LG_1 (202), LG_4 (208) valokeilojen keskisäteiden L_1 (214), L_4 (220) muodostama kulma α on halutun suuruinen, edullisesti vähintään 5 astetta.

LED-operaatiovalaisin käsittää keksinnön yhden edullisen suoritus-
 15 muodon mukaan ainakin kaksi teholähdettä PW (224, 226), joista ainakin yksi on säädettävä teholähde ADJ-PW (226). Eri tiettyä osaväriä emittoivia LED-komponentteja voidaan kytkeä toiminnallisesti rinnan ja sähköisesti sarjaan, jolloin aina tiettyä aallonpituutta emittoivia komponentteja voidaan ajaa samalla teholähteellä. Valaisin voi käsittää yhden säädettävän teholähteen ADJ-PW
 20 (226) kutakin LED-komponenttiväriä kohden, jolloin kukin säädettävä teholähde ADJ-PW (226) voi olla järjestetty syöttämään tehoa jokaisen LED-komponenttiyksikön LG_1 (202), LG_2 (204), LG_3 (206), LG_4 (208) ennalta määritetyn väriselle LED-komponentille. Jos valaisin käsittää N:ä eri osaväriä tuottavia LED-komponentteja, on siinä edullisesti välineet N:ä tai N-1:ä eri osaväriä tuot-
 25 tavien LED-komponenttien emission säätämiseksi. Järjestämällä kaikille LED-komponenteille säädettävä teholähde, on kokonaisvaloteho mahdollista pitää täysin vakiona värilämpötilaa muutettaessa – tai vastaavasti myös kokonaisvalotehoa voidaan säätää vapaasti värilämpötilaa muuttamatta. Teholähteenä PW (224, 226) voidaan käyttää esimerkiksi virtalähdettä, joka käsittää
 30 jänniteraajoittimen. Tällöin LED-komponenttien kynnysjännitteet eivät niiden lämmitessäkään vaikuta valoemissioon. Yksi teholähteistä voi olla vakiovirtalähde. Yhden edullisen suoritusmuodon mukaisesti teholähteet PW (224, 226) integroidaan suoraan esimerkiksi RGB-LED-komponentin kuhunkin eri väriä tuottavaan komponenttiin, mutta ne voivat sijaita muuallakin ollen kuitenkin
 35 toiminnallisesti liitetty LED-operaatiovalaisimeen.

Keksinnön mukaisesti LED-operaatiovalaisin käsittää lisäksi mittausvälineet MM (228) värilämpötilan tai ainakin yhden sellaisen LED-kompo-

nenttien (LED) generoiman suureen mittaamiseksi, jonka tai joiden korrelaatio tuotettuun värilämpötilaan on tunnettu. Mittausvälineet MM (228) voivat käsitellä esimerkiksi yhden tai useamman mittausturin, kuten RGB-värianturin, joka on järjestetty tuottamaan valoemissiota kuvaavaa mittaustietoa, kuten mit-

5 taussignaalin. Mittausvälineet MM (228) voivat olla järjestetyt mittaamaan esimerkiksi kunkin tuotetun osaväriin intensiteettiä, LED-komponentin lämpötilaa, operointikohteesta takaisinheijastuvan valon värilämpötilaa tai jotakin muuta valoemission tai sen tuottoon vaikuttavaa ominaisuutta. Esimerkiksi RGB-värianturi voidaan sijoittaa LED-operaatiovalaisimeen siten, että se havaitsee

10 operointikohteesta takaisinheijastuvan valon. Tällainen tai vastaava anturi voi olla integroitu myös esimerkiksi LED-komponentin heijastinrakenteeseen, jolloin valoemissiota voidaan mitata suoraan heijastimesta. Edullisesti mittausvälineet MM (228) on tavalla tai toisella integroitu valaisimeen, mutta ne voivat sijaita muuallakin.

15 Mittausvälineiltä MM (228) saadun mittaustiedon, kuten mittaussignaalin, perusteella LED-operaatiovalaisimen käsittämät, edullisesti valaisinosaan LU (210) integroidut säätövälineet CM (230), kuten mikroprosessori tai logiikkapiiri, voidaan järjestää muodostamaan ohjausinformaatiota, kuten säätösignaalin, säädettävälle teholähteelle ADJ-PW (226). Ohjausinformaation avulla voidaan esimerkiksi pienentää tietyn värisille LED-komponenteille syötettävän tehon määrää värilämpötilan säätämiseksi. Järjestely mahdollistaa myös LED-operaatiovalaisimen tuottaman valon kirkkauden säädön siten, että LED-operaatiovalaisimen tuottaman valon värilämpötila ei olennaisesti muutu, kun eriväristen LED-komponenttien emissioiden mahdolliset epä-

20 lineaariset korrelaatiot syöttötehon muutoksiin voidaan keksinnön mukaisen järjestelyn avulla kompensoida eri osavärejä tuottavia komponentteja itsenäisesti ohjaamalla.

Kuviossa 3 esitetään erään edullisen suoritusmuodon mukainen yksinkertaistettu LED-operaatiovalaisimen värilämpötilan säätöjärjestelmä. LED-

30 operaatiovalaisimen käsittämä elektroniikka on melko yksinkertaista ja siten edullista. Mittausanturit SE (300, 300', 300'') on järjestetty mittaamaan esimerkiksi erivärisiä LED-komponentteja (302, 302', 302'') käsittävien LED-komponenttiyksikköjen LG₁ (304), LG₂ (306), LG₃ (308) tuottamien osavärien intensiteettejä, esimerkiksi periodisesti. Mittausantureihin SE (300, 300', 300'') toiminnallisesti liitetty mikroprosessori MP (310) on järjestetty muodostamaan

35 säätösignaaleja CS (312, 313) mikroprosessoriin MP (310) toiminnallisesti liitetuille kahdelle säädettävälle teholähteelle ADJ-PW (314), ADJ-PW (316) vas-

teena mittaussantureilta SE (300, 300', 300'') vastaanotetuille mittaussignaaleille MS (320, 320', 320''). Yksi teholähteistä PW (318) on keksinnön tässä suoritusmuodossa vakioteholähde. Säättösignaalien CS (312, 313) ohjaamana säädetään LED-komponenttiyksikköjen LG₁ (304), LG₂ (306), LG₃ (308) kahta eri osaväriä tuottaville LED-komponenteille (302, 302') syötettävää tehoa P (322, 324) tarpeen mukaan. Tehonsäädöllä voidaan siis vaikuttaa erivärisissä LED-komponenteissa (302, 302') tapahtuvaan valoemissioon ja siten eri emittoitavien aallonpituuksien voimakkuuteen, toisin sanoen valaisimen tuottaman valon värilämpötilaan. Toisaalta esimerkiksi LED-komponenttien (302, 302', 302'') ikääntyessä ne tarvitsevat tyypillisesti enemmän tehoa tuottaakseen saman intensiteetin kuin aiemmin. Keksinnön mukaisesti voidaan kuitenkin käyttää esimerkiksi kaikille eriväristen LED-komponenttien (302, 302', 302'') muodostamille ryhmille, tai jopa kaikille yksittäisille komponenteille omia säädetäviä teholähteitä valaisimella tuotetun valon kirkkauden säätämiseksi ja/tai pitemmiksi haluttuna siten, että värilämpötila kuitenkin pysyy olennaisesti vakiona. Keksinnön mukaisella ratkaisulla voidaan myös luoda LED-operaatiovalaisimelle uusia toiminnallisuuksia, kun tietyn värisiä LED-komponentteja himmentämällä tai sammuttamalla voidaan esimerkiksi tutkia limakalvomuu-
toksia tai hidastaa hampaiden paikkauskomposiittien ennenaikaista kovettumista.

Keksinnön yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-operaatiovalaisin käsittää enintään viisi, edullisesti enintään kolme LED-komponenttiyksikköä. Edullisesti LED-operaatiovalaisimen rakenne suunnitellaan kustannustehokkaaksi siten, että haluttu valomäärä toteutetaan mahdollisimman pienellä määrällä LED-komponenttiyksiköitä. LED-operaatiovalaisimen säätö- ja mittaustoiminnallisuudet on helpompi toteuttaa rakenteen ollessa yksinkertainen. Periaatteessa voitaisiin käyttää jopa vain kahta riittävän tehokasta LED-komponenttiyksikköä, varsinkin jos komponenttiyksiköt toteutetaan jollakin muulla rakenteella kuin vain yhden LED-komponentin yksikköinä. Yksi tällainen rakenne voisi olla seuraavassa tarkemmin esiteltävä keksinnön yhden edullisen suoritusmuodon mukainen rivimuotoon järjestetty RGB-LED-komponentti. Kun valolähteen pistemäisyys on kuitenkin yksi ei-toivottu ominaisuus operaatiovalaisimien yhteydessä, lienee vähintään kolmen LED-komponenttiyksikön käyttö, myös riittävän valotehon varmistamiseksi, kuitenkin käytännössä perusteltua.

Kuviossa 4 esitetään kahden samanvärisen LED-komponentin LED (400) sähköistä sarjaankytkentää, jossa säädetty virtalähde I (402) on jär-

jestetty syöttämään tehoa esimerkiksi kahteen eri RGB-LED-komponenttiin sijoitetuille LED-komponenteille LED (400).

Kuviossa 5 on esitetty keksinnön yhden edullisen suoritusmuodon mukainen, kolme riviin asetettua RGB-LED-komponenttia (500, 502, 504) käsittävä LED-komponenttiyksikkö.

Kuviossa 6 esitetyn mukaisesti punaisen R (602), vihreän G (604) ja sinisen B (606) LED-komponentin käsittävä RGB-LED-komponenttiyksikkö (600) voidaan keksinnön mukaisesti järjestää siten, että myös itse LED-komponentit (602, 604, 606) muodostavat rivin. Sijoitettaessa tällainen RGB-LED-komponenttiyksikkö keksinnön mukaisesti operaatiovalaisimeen, on siihen lisäksi edullista järjestää kyseisen rivin suuntainen kollimaattori CO (608) halutun muotoisen ja haluttuun suuntaan kohdistuvan sädekeilan aikaansaamiseksi. Punainen R (602), vihreä G (604) ja sininen B (606) LED-komponentti ja niistä muodostuvat yksiköt voidaan luonnollisesti järjestää muuhunkin kuin rivimuotoon, mutta edellä esitetty rakenne soveltuu hyvin nimenomaan hammaslääketieteellisten hoitotoimenpiteiden yhteydessä käytettäväksi ajatellen kohdealuetta tyypillisesti ellipsimäisenä geometriana valaisemaan halutun valokeilan muotoa.

Yksi keksinnön mukaiseen LED-operaatiovalaisimeen edullisesti soveltuva LED-komponentti on hyvän hyötysuhteen omaava Luxeon™ 5 W, jonka kehityksestä, valmistuksesta ja markkinoinnista vastaa Lumileds Lighting, LLC. Luxeon™ 5 W voi tuottaa jopa 50-kertaisen valomäärän moniin muihin puolijohteilla toteutettujen valonlähteiden tuottamaan valomäärään verrattuna. Näiden olennaisesti suuremman valomäärän wattia kohden tuottavien komponenttien rakenteen olennaisia piirteitä ovat substraatin safiirimateriaali sekä heijastinrakenne, joiden ansiosta tunnettuun tekniikkaan nähden pienempi osa tuotetusta energiasta integroituu itse komponenttiin ja suurempi osa LED-komponentissa tuotetuista fotoneista saadaan johdetuksi haluttuun suuntaan. Myös näiden komponenttien termiseen suunnitteluun on kiinnitetty huomiota, jotta syntyvä hukkalämpö voidaan tehokkaasti johtaa ulos komponentista, ja täten käyttää suuria energiatiheyyksiä ilman yllämpenemisen vaaraa. Tämänkaltaisia komponentteja käytettäessä saadaan myös valaisimen rakenne toteutettua pienenä ja kevyenä.

Kuviossa 7 on esitetty yksi edullinen keksinnössä käytettäväksi soveltuva LED-komponentin LED (700) rakenne, joka komponentti voi olla esimerkiksi aiemmin esitetty RGB-LED-komponentti. Kuvion 7 mukaisesti LED-komponenttiin (700) on liitetty linssiheijastinyhdistelmä LR (702) emittoidun

valon keräämiseksi ja suuntaamiseksi tehokkaasti kohteeseen. Linssiheijastinyhdistelmän LR (702) ansiosta itse LED-operaatiovalaisin ei vaadi erillistä, hankalasti rakennettavaa ja kallista heijastinta. Edullisesti LED-komponentit LED (700) liitetään lämpöä johtaviin jäähdytys- HS (706) ja eristelevyihin AL (704). Eristelevy voi olla esimerkiksi alumiinioksidia, jolloin siihen voidaan integroida esimerkiksi LED-komponentteihin kytkettävissä olevia sähköjohteita. Tyypillisesti LED-komponentit eivät tarvitse halogeenilampuissa käytettyjä äänekkeitä tuulettimia, vaan jäähdytyslevyn kautta tapahtuva jäähdytys on riittävä. Jäähdytyslevyjä HS (706) voi kuulua valaisinrakenteeseen useita tai sellainen voidaan järjestää kaikille LED-komponenteille LED (700) yhteiseksi, jolloin eri LED-komponenttien LED (700) emissiolämpötilat muodostuvat olennaisesti samoiksi.

LED-valonlähteiden yksi ominaisuus on, että kullakin LED-komponenttiaineseoksella on karakteristinen lämpötilariippuvainen emissiovoimakkuus. Tämän ansiosta esimerkiksi kuvion 7 mukaisessa järjestyksessä, jossa kaikki LED-komponentit LED (700) toimivat olennaisesti samassa lämpötilassa, voidaan suhteellisen tarkasti yksinkertaisesti jäähdytyslevyn HS (706) lämpötilan perusteella selvittää kunkin eri osaväriä tuottavan LED-komponentin LED (700) emission voimakkuus, ja sitä kautta valaisimella tuotetun valon värilämpötila. Lisäksi, kun kutakin osaväriä tuottamaan käytetyn LED-komponentin LED (700) emissio lämpötilan funktiona tunnetaan, voidaan valaisimen tuottaman valon värilämpötilasäätö toteuttaa edellä mainittujen LED-komponenttien säädettävien teholähteiden, jäähdytyslevyn tai -levyjen lämpötilamittauksen ja LED-komponenttien emissio-lämpötilakäyrästäjien avulla.

Toinen tapa järjestää kuvion 7 mukaiseen rakenteeseen LED-komponentin säädössä tarvittavat mittaussäätimet on integroida LED-komponentin tuottaman tai tuottamien osavärien emission intensiteettiä mittaavat välineet, kuten RGB-värianturi, itse LED-komponenttiin, kuten sen heijastimeen, jolta anturilta voidaan sitten järjestää lähetettäväksi mittaussignaali valaisimen mikroprosessorille tai vastaavalle.

Keksinnön yhden edullisen suoritusmuodon mukaan LED-operaatiovalaisin käsittää ainakin kaksi eri valkoisen sävyä tuottavaa valkoista LED-komponenttia, joiden valoemissioiden aiheuttamaa LED-operaatiovalaisimen värilämpötilaa voidaan säätää vastaavasti kun edellä on esitetty.

LED-operaatiovalaisimen värilämpötilaa voidaan säätää keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisella menetelmällä, jossa tuotetaan valoemissiota, joka käsittää ainakin kahta eri aallonpituutta olevaa osaväriä, vas-

- teena ainakin kahden teholähteen PW, joista ainakin yksi on säädettävä teholähde ADJ-PW, ainakin yhden LED-komponentin LED käsittämälle LED-komponenttiyksikölle LG syöttämälle teholle, mitataan LED-komponenttiyksiköiden (LG) tuottaman valon värilämpötilaa tai ainakin yhtä sellaista niiden generoimaa suuretta, jonka korrelaatio LED-komponenttiyksikköjen (LG) tuottaman valon värilämpötilaan on tunnettu, ja muodostetaan ohjausinformaatiota ainakin yhdelle mainituista säädettävistä teholähteistä (ADJ-PW) vasteena mainitusta mittauksesta saadulle mittaustiedolle ainakin yhden osavärin tuoton säätämiseksi ainakin yhdessä LED-komponentissa (LED).
- 10 Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että tekniikan kehittyessä keksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suoritusmuodot eivät siten rajoitu yllä kuvattuihin esimerkkeihin ja komponentteihin, vaan ne voivat vaihdella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. LED-operaatiovalaisin, joka käsittää:

ainakin kaksi teholähdettä (PW), joista ainakin yksi on säädettävä teholähde (ADJ-PW), ja

5 ainakin kaksi LED-komponenttiyksikköä (LG) valon emittoimiseksi vasteena teholähteeltä (PW) vastaanotetulle teholle, jotka LED-komponenttiyksiköt (LG) käsittävät ainakin yhden LED-komponentin (LED), ja jotka LED-komponentit (LED) on järjestetty muodostamaan mainitun LED-operaatiovalaisimen valoemission osavärejä ainakin kahdella eri aallonpituudella,

10 t u n n e t t u siitä, että

mainittu LED-operaatiovalaisin käsittää lisäksi:

ainakin yhden mittausvälineet (MM) mainittujen LED-komponenttiyksikköjen (LG) tuottaman, mahdollisesti joltakin pinnalta heijastaman, valoemission värilämpötilan tai ainakin yhden sellaisten LED-komponenttiyksikköjen (LG) generoiman suureen mittaamiseksi, jonka korrelaatio mainittujen LED-komponenttiyksikköjen (LG) tuottaman valoemission värilämpötilaan on tun-

15 nettu, ja
ainakin yhden säätövälineet (CM) ohjausinformaation muodostamiseksi ainakin yhdelle mainitulle säädettävälle teholähteelle (ADJ-PW) vasteena mainituilta mittausvälineiltä (MM) saadulle mittaustiedolle ainakin yhden osavä-

20 rin tuoton säätämiseksi ainakin yhdessä LED-komponentissa (LED).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen LED-operaatiovalaisin, t u n n e t t u siitä, että

25 ainakin yhden mainituista mittausvälineistä (MM) on järjestetty mitaamaan mainittujen emittoitujen osavärien intensiteettejä.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen LED-operaatiovalaisin, t u n n e t t u siitä, että

ainakin yhden mainituista mittausvälineistä (MM) on järjestetty mitaamaan mainittujen LED-komponenttien (LED) lämpötilaa.

30 4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, t u n n e t t u siitä, että

mainitut mittausvälineet (MM) käsittävät ainakin yhden mittausanturin (SE), joka on järjestetty ilmaisemaan mainittu mittaustieto mittaussignaalin (MS) ja mainitut säätövälineet (CM) käsittävät ainakin yhden prosessorin (MP) tai logiikkapiirin, joka on järjestetty muodostamaan mainittu ohjausinformaatio säätösignaalina (CS).

5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

mainittu LED-komponenttiyksikkö (LG) käsittää punaisen (R), vihreän (G) ja sinisen (B) LED-komponentin (LED).

5 6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

valaisin käsittää ainakin kaksi, kuten kolme LED-komponenttiyksikköä (LG), jotka yksiköt käsittävät rivimuotoon sijoitetut punaisen (R), vihreän (G) ja sinisen (B) LED-komponentin (LED), jolloin mainitut LED-komponenttiyksiköt (LG) on järjestetty muodostamaan kyseisen LED-komponenttirivin suuntainen rivi.

7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

15 ainakin osa mainituista LED-komponenteista on eri valkoisen (W) sävyjä emittoivia LED-komponentteja (LED).

8. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

kutakin osaväriä emittoivat LED-komponentit (LED) on kytketty toiminnallisesti rinnan ja/tai sähköisesti sarjaan.

20 9. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

se käsittää ainakin yhden säädettävän teholähteen (ADJ-PW) kutakin emittoitavaa LED-komponenttinväriä kohden, jolloin kukin säädettävä teholähde (ADJ-PW) on järjestetty syöttämään tehoa tiettyä osaväriä emittoiville LED-komponenteille (LED).

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

mainitut säädettävät teholähteet (ADJ-PW) on integroitu LED-komponentteihin (LED).

30 11. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

mainittu LED-komponentti (LED) on suurteho-LED-komponentti, jonka keskimääräinen ottoteho on suurempi kuin 500 mW.

12. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

yksi mainituista teholähteistä (PW) on vakiovirtalähde.

13. Jonkin patenttivaatimuksen 6-12 mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

valaisimeen on toiminnallisesti liitetty mainittujen LED-komponenttiyksikköjen (LG) keskenään muodostaman rivin suuntainen kollimaattorijärjestely (CO).

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

mainittu kollimaattorijärjestely (CO) käsittää mainittuihin LED-komponenttiyksiköihin (LG) järjestettyjä kollimaattoreita (CO).

15. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

reunimmaisten mainittujen LED-komponenttiyksikköjen (LG) emittoimien valokeilojen keskisäteiden välinen kulma (α) on vähintään 5 astetta.

16. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

mainitut ainakin kaksi LED-komponenttiyksikköä (LG) käsittävät linssiheijastinyhdistelmän LR (702) käsittäviä LED-komponentteja (LED), johon linssiheijastinyhdistelmään LR (702) on integroitu mainitut mittaussvälineet (MM), kuten RGB-värianturi, kyseisestä LED-komponentista (LED) emittoituvan tai emittoituvien osavärien intensiteettien mittaamiseksi.

17. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

se käsittää N:ä eri osaväriä tuottavia LED-komponentteja (LED), jotka N on kaksi tai sitä suurempi kokonaisluku, ja ainakin N-1 eri osaväriä tuottavia LED-komponentteja (LED) varten järjestettyjä säädettäviä teholähteitä (ADJ-PW).

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen LED-operaatiovalaisin, tunnettu siitä, että

se käsittää N kpl säädettäviä teholähteitä (ADJ-PW).

19. Menetelmä LED-operaatiovalaisimen väriämpötilan säätämiseksi, jossa menetelmässä:

tuotetaan valoemissiota, joka käsittää ainakin kahta eri aallonpituutta olevaa osaväriä, vasteena ainakin kahden teholähteen (PW), joista ainakin yksi on säädettävä teholähde (ADJ-PW), ainakin yhden LED-komponentin (LED) käsittämälle LED-komponenttiyksikölle (LG) syöttämälle teholle, tunnettu siitä, että mainitussa menetelmässä:

mitataan LED-komponenttiyksikköjen (LG) tuottaman, mahdollisesti joltakin pinnalta heijastaman valon värilämpötilaa tai ainakin yhtä sellaista niiden generoimaa suuretta, jonka korrelaatio LED-komponenttiyksikköjen (LG) tuottaman valon värilämpötilaan on tunnettu, ja

5 muodostetaan ohjausinformaatiota ainakin yhdelle mainituista säädettävistä teholähteistä (ADJ-PW) vasteena mainitusta mittauksesta saadulle mittaustiedolle ainakin yhden osaväriin tuoton säätämiseksi ainakin yhdessä LED-komponentissa (LED).

20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

mitataan kunkin mainitun emittoidun osaväriin intensiteettiä, kuten esimerkiksi mittaamalla punaista, vihreää ja sinistä osaväriä tuottavien LED-komponenttien emissioiden intensiteettejä RGB-värianturilla.

21. Patenttivaatimuksen 19 tai 20 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

mitataan LED-komponenttien (LED) lämpötilaa, erityisesti mainituille komponenteille yhteiseksi järjestetyn jäähdytyslevyn lämpötilaa, ja säädetään osavärien tuottoa halutulla tavalla perustuen kullekin käytetylle LED-komponentille ominaiseen lämpötila-emissio -korrelaatioon.

22. Jonkin patenttivaatimuksen 19 - 21 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

ainakin yhden mainituista osaväreistä emissiota säädetään ainakin yhden säädettävän teholähteen avulla siten, että kytketään ainakin osa kyseistä osaväriä tuottavista LED-komponenteista (LED) sähköisesti sarjaan ja kyseinen sarja mainittuun ainakin yhteen säädettävään teholähteeseen, jolloin kyseisen osaväriin tuotto valaisimessa muuttuu vasteena kyseisen ainakin yhden teholähteen säädölle.

23. Jonkin patenttivaatimuksen 19 - 22 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

30 käytetään N:ä erilaista osaväriä tuottavaa LED-komponenttia, joka N on kaksi tai sitä suurempi kokonaisluku, ja säädetään ainakin N-1:n osaväriin tuottoa.

24. Patenttivaatimuksen 23 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

35 säädetään N:n osaväriin tuottoa.

(57) Tiivistelmä

LED-operaatiovalaisin, joka käsittää ainakin kaksi teholähdettä, joista ainakin yksi on säädettävä teholähde, ainakin kaksi LED-komponenttiyksikköä sekä mittaus- ja säätövälineet. Yhden tai useamman LED-komponentin käsittävät LED-komponenttiyksiköt, emittoivat valoa vastena teholähteeltä vastaanotetulle teholle. LED-komponentit on järjestetty muodostamaan valoemission osavärejä ainakin kahdella eri aallonpituudella. Mittausvälineet on järjestetty mittaamaan LED-komponenttiyksikön valoemissiota, ja mittaustiedon perusteella säätövälineet on järjestetty muodostamaan säädettävälle teholähteelle lähetettävän ohjausinformaation, millä säädetään LED-komponenttiyksiköille syötettävän tehon suuruutta. LED-komponentin valoemissio muuttuu vastaanotetun tehon muuttuessa, mikä puolestaan aiheuttaa emittoituvan valon osavärien keskinäisen suhteen muuttumisen ja siten väriämpötilan muuttumisen.

(Kuvio 3)

LS

1/5

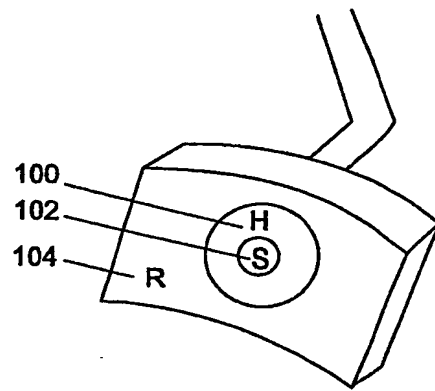


Fig. 1.

LS

2/5

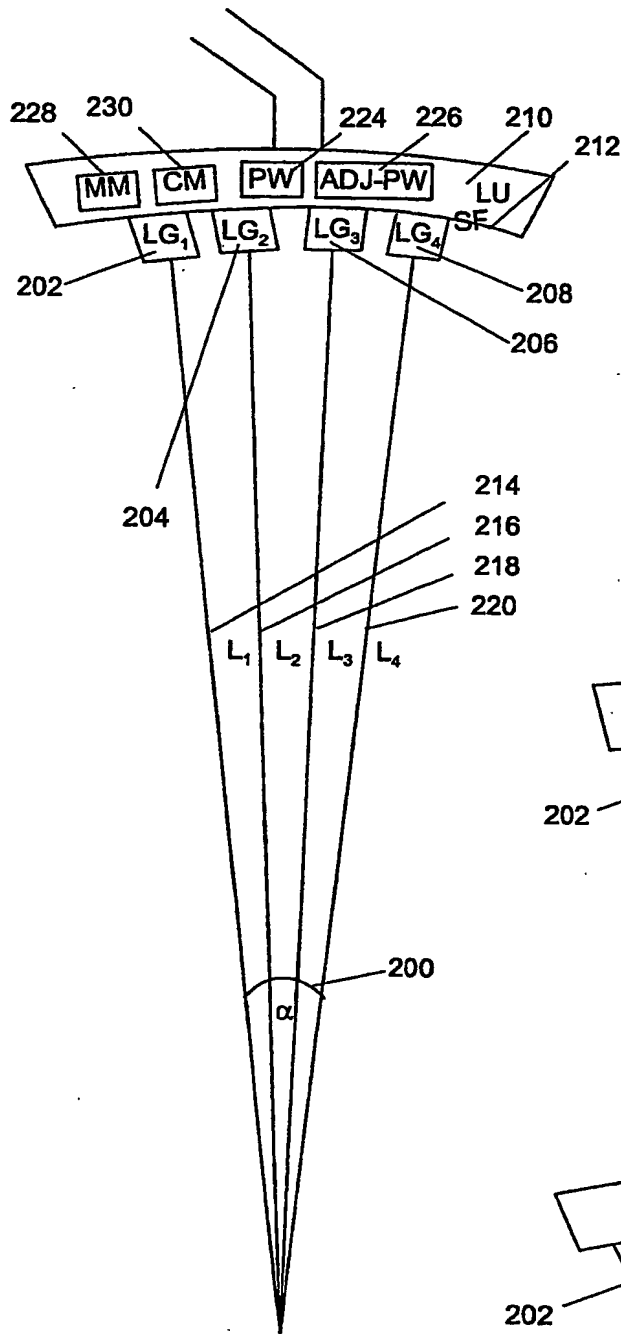


Fig. 2a.

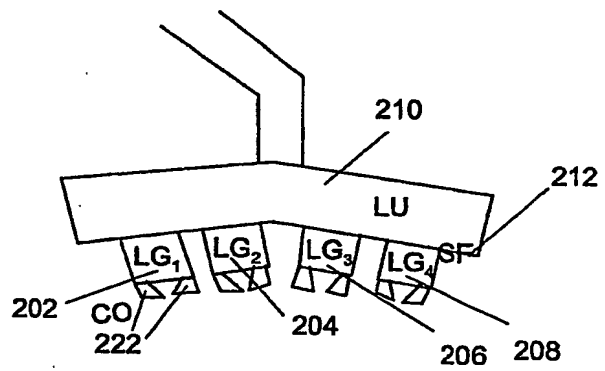


Fig. 2b.

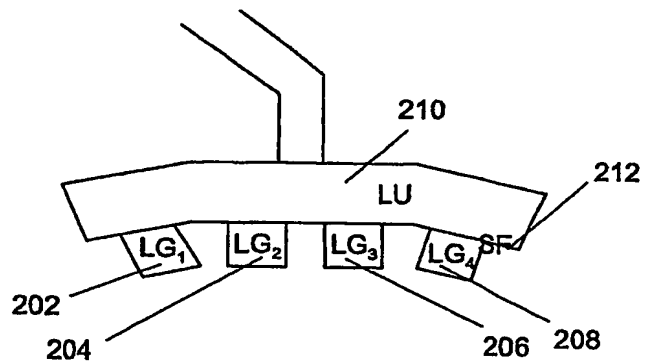


Fig. 2c.

LS

3/5

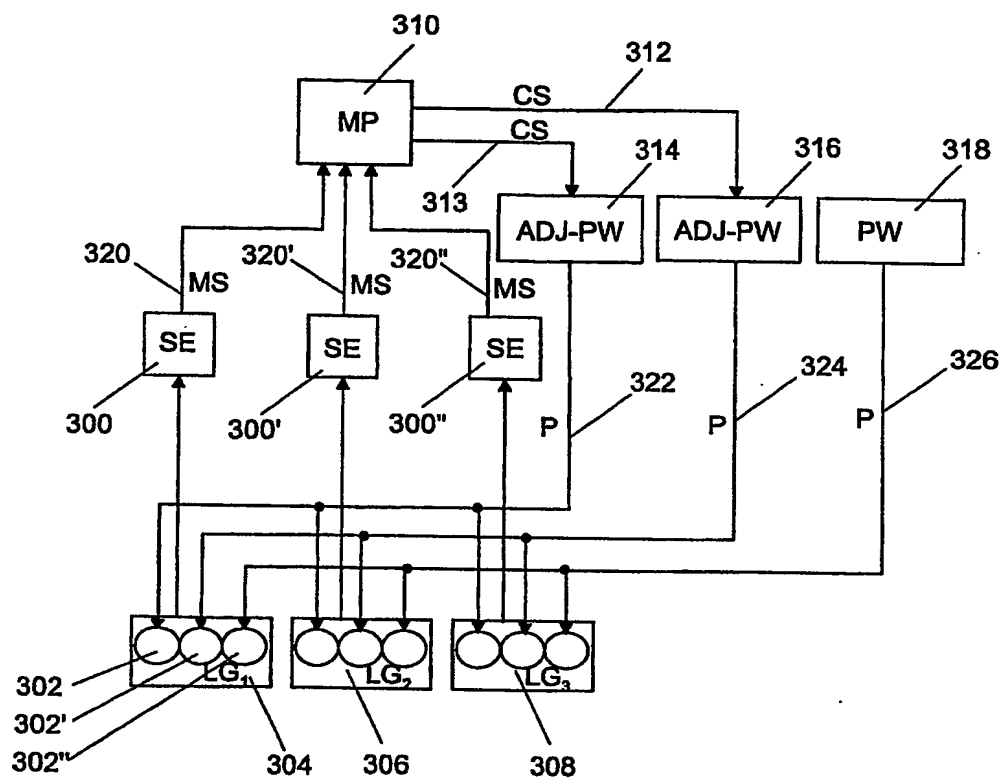


Fig. 3.

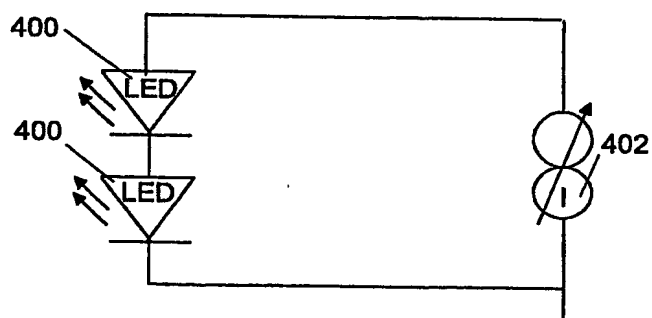


Fig. 4.

CS

4/5

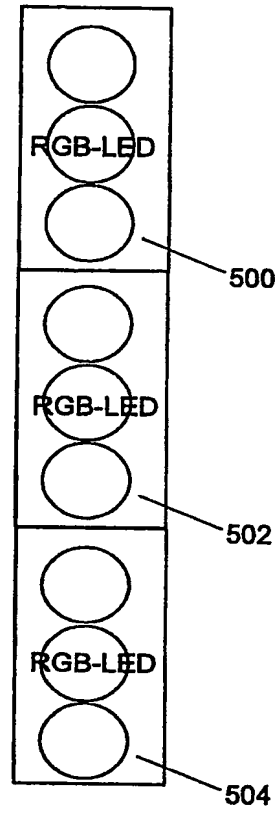


Fig. 5.

5

5/5

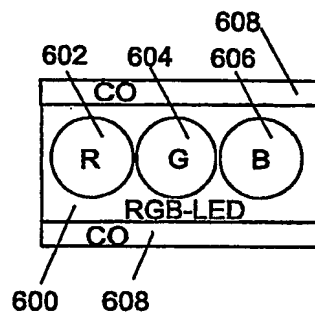


Fig. 6.

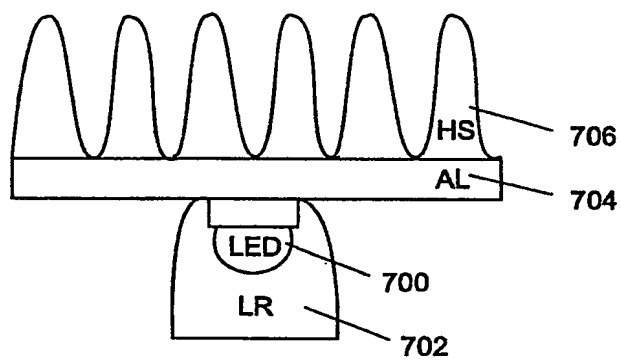


Fig. 7.